Rječnik neobične i zanimljive geometrije

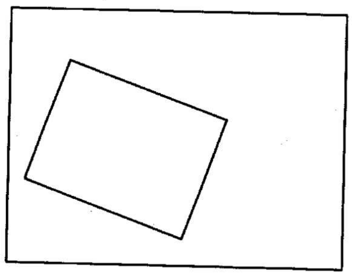
Vanja Vagner

David Wells vjerojatno je jedan od rijetkih matematičara današnjice koji je toliko pridonio popularizaciji matematike, a da sam ipak nije završio matematički studij. Iako ga je upisao studij matematike na Cambridgeu, nakon neuspjelog pokušaja diplomiranja bacio se u učiteljske vode, te svojim pisanjem i istraživanjem i danas pridonosi obrazovanju. Kao britanski juniorski prvak u šahu i veliki zaljubljenik u mozgalice i sam je sudjelovao u stvaranju mnogih društvenih igara. Od 1981.g. do danas izdao je desetak naslova iz popularne i problemske matematike, uključujući četiri rječnika zanimljive i neobične matematike u izdanju *Penguin Books*-a. *Rječnik neobičnih i zanimljivih brojeva* nedavno je preveden i na hrvatski jezik, dok ostala tri još uvijek čekaju svoje hrvatsko izdanje.

Kako i sam autor napominje, raznolikost geometrijskih slika tako je velika, da knjige mogu sadržavati tek jedan mali uzorak. Rječnik neobične i zanimljive geometrije Wellsov je odabir dvjestotinjak najzanimljivijih pojmova iz bogatog opusa geometrije; od klasičnih ideja poput Pitagorinog poučka i Platonovih tijela, do popularnih tema u koje spadaju Problem četiri boje i geometrijske iluzije.

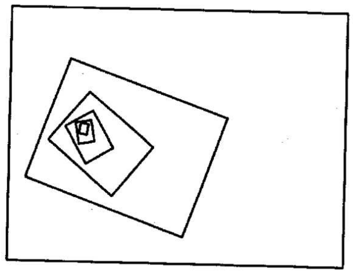
Wells je u knjizi abecednim redom naveo iskaze brojnih teorema i zanimljivosti o njima (popraćene brojnim ilustracijama), dok je dokaze, kako i sam kaže, *ostavio čitateljima na njihovoj savjesti*, da se sami okušaju u dokazivanju ili ih potraže u raznoj literaturi jer *,,geometrija, kao i ostatak matematike, ne bi trebala biti samo promatrački sport"*.

U knjizi možete naći i neke veoma neobične i manje poznate geometrijske činjenice, poput Teorema o fiksnoj točki. Uzmite dvije pravokutne zemljopisne karte koje prikazuju isto područje, ali jednu manju od druge (dakle, dvije karte istog područja u različitim mjerilima), te položite manju kartu na veću, tako da ona ne prelazi rubove veće karte. Tada će uvijek postojati jedna točka na maloj karti koja se nalazi točno iznad iste te točke na većoj.



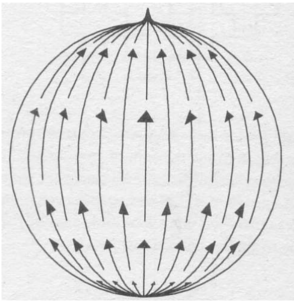
Slika 1.

Jasno je da će uvijek postojati samo jedna jedina takva točka. Točku možemo naći tako da na malu kartu postavimo još manju kartu (koja se, u mjerilu, prema s maloj karti odnosi isto kao mala prema velikoj) na isti način kako smo malu postavili na veliku, i ponovimo taj proces nekoliko puta. Limes tog reda karti tražena je točka.



Slika 2.

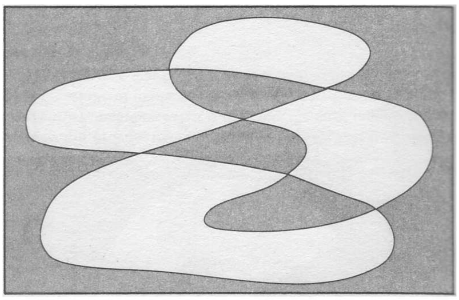
Sličan tom teoremu je i ***Teorem dlakave lopte***. Pokušajte počešljati tenisku lopticu tako da njezine dlačice leže priljubljene uz površinu loptice i da mijenjaju smjer jednoliko cijelom površinom. Nećete uspjeti. Jedan bliski uspjeh prikazan je na slici - dlačice češljamo prema gore, s *južnoga* prema *sjevernom* polu, po zamišljenim longitudama. Cijela površina loptice je glatko počešljana osim *polova*, na kojima se pojavljuju *rupica* i *čuperak*.



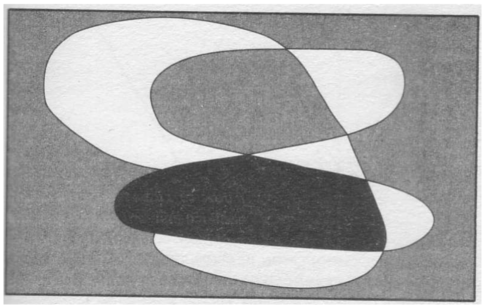
Slika 3.

To je ujedno i dokaz jedne sasvim svakodnevne pojave. Naime, budući da je Zemlja (skoro) kugla i vjetar u svakoj točki ima smjer, i ako promatramo vjetar kao smjer raščešljanja zraka po Zemljinoj površini, slijedi da se u svakom trenutku negdje iznad Zemljine površine nalazi bar jedan ciklonalni vrtlog.

Još jedna zanimljiva činjenica vezana uz karte već je prije spomenuti ***Problem četiri boje***. Naime, svaka se ravna karta može obojati najmanje četirima bojama, tako su da bilo koje dvije regije koje međusobno graniče različite boje. Posebno, karta koja se može nacrtati neprekidnom linijom (ne dižući olovku s papira i završavajući u točki iz koje smo krenuli) može se obojati samo dvijema bojama. Ako se pak pri crtanju ne vratimo u početnu točku, kartu možemo obojati već samo trima bojama.

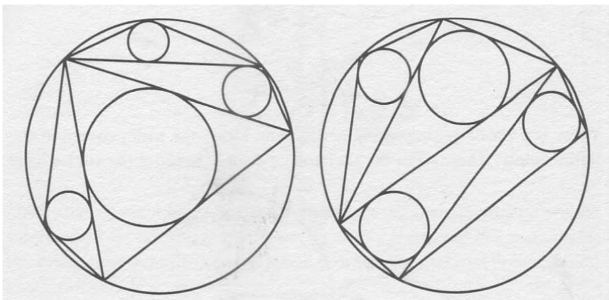


Slika 4.



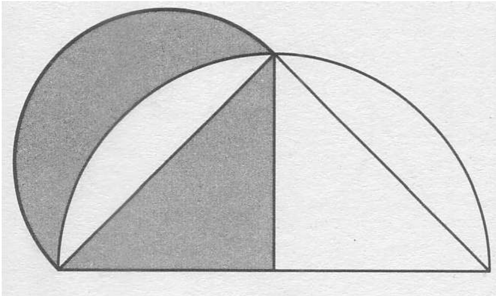
Slika 5.

Jedan od manje poznatih zanimljivih teorema Japanski je teorem iz 19. stoljeća tipičan za to razdoblje. Nacrtajte konveksni poligon u krugu i podijelite ga na trokute, te u svaki trokut upišite kružnicu. Tada je suma radijusa kružnica konstantna, tj. ne ovisi o načinu na koji smo poligon podijelili na trokute.



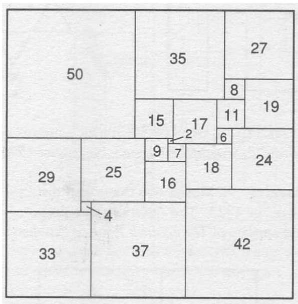
Slika 6.

Uz gore navedenu, Wells spominje i sljedeću zgodnu jednakost – ***Hipokratov polumjesec***. Hipokrat je u polovicu kvadrata upisao jedan polukrug, a drugi je položio na jednoj od stranica kvadrata, kao na slici, te dobio da je površina osjenčanog polumjeseca i trokuta jednaka.



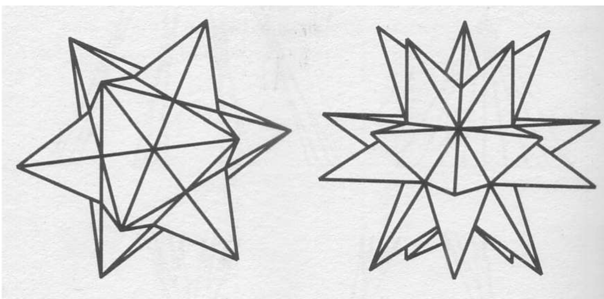
Slika 7.

U rječniku ćete pronaći i problem podjele pravokutnika na nejednake kvadrate koji je rješen tek 1925.g., kao i mnogo teži slučaj podjele kvadrata na nejednake kvadrate. Ruski matematičar **Lusin** tvrdio je da je to nemoguće, ali u prošlom stoljeću ipak se pokazalo da rješenje problema postoji! Dosad najjednostavnije rješenje je podjela velikog kvadrata na 21 kvadratić različitih dimenzija, od kojih ni jedan podskup ne čini pravokutnik.

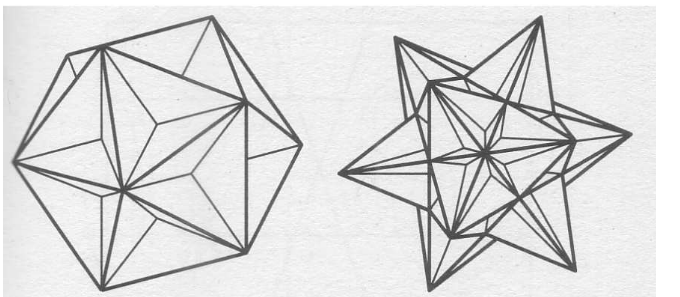


Slika 8.

Veliki dio rječnika posvećen je raznim prostornim tijelima i poliedrima. Uz ***Platonova tijela***, spominju se i ***Kepler-Poinsot poliedri***, koji se smatraju pravilnim iako nisu konveksni. Njihove strane pravilni su zvjezdani poligoni, a oni sami (3 dodekaedra i jedan ikozaedar) zapravo su trodimenzionalne verzije planskih zvjezdanih poligona.



Slika 9.



Slika 10.

Poinsotovi poliedri nešto kompliciraniji su i nije baš sasvim jasno kako zadovoljavaju Eulerovu formulu o pravilnim poliedrima BROJ VRHOVA + BROJ STRANA = BROJ BRIDOVA + 2, budući da svaki od njih ima 12 strana, 12 vrhova i 30 bridova, no zbog konveksnosti to je teško utvrditi.

Kao što sam već na početku spomenula, rječnik **ne sadrži dokaze** i obrazloženja tvrdnji koje iznosi, pa je stoga možda beskoristan za neko temeljitije proučavanje problema, no autor nakon svakog pojma navodi literaturu u kojoj bi zainteresirani čitatelj mogao pronaći dodatne informacije. Ako i niste pretjerano zainteresirani za neke dublje matematičke studije, rječnik vam može poslužiti kao lagano štivo, uvodeći vas u onaj zanimljiv i neobičan dio geometrije.